

## ⑫ 公開特許公報(A)

平3-200038

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>

G 01 L 25/00  
27/00  
G 01 N 3/06  
G 01 P 21/00

識別記号

A

庁内整理番号

8803-2F  
8104-2F  
7005-2G  
7414-2F

④ 公開 平成3年(1991)9月2日

審査請求 未請求 請求項の数 8 (全13頁)

⑭ 発明の名称 力の作用体を有するセンサの試験方法およびこの方法を実施しうるセンサ

⑯ 特 願 平1-343354

⑰ 出 願 平1(1989)12月28日

⑱ 発 明 者 岡 田 和 廣 埼玉県上尾市菅谷4丁目73番地

⑲ 出 願 人 株式会社ワコー 埼玉県上尾市菅谷4丁目73番地

⑳ 代 理 人 弁理士 志 村 浩

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

力の作用体を有するセンサの試験方法  
およびこの方法を実施しうるセンサ

## 2. 特許請求の範囲

(1) 力の作用を受ける作用部、センサ本体に固定される固定部、およびこれらの間に形成され可撓性をもった可撓部、を有する起重体と、作用した力を前記作用部に伝達させるための作用体と、

伝達された力によって前記起重体に生じる機械的変形を、電気信号に変換することにより、前記作用体に作用した力を電気信号として検出する検出手段と、

を備えるセンサを試験する方法において、

互いに対向した位置にあり、力の作用により両者間に変位を生じる第1の部位および第2の部位を定め、両者間にクーロン力を作用させ、この作

用させたクーロン力と前記検出手段による検出結果とに基づいて、センサの試験を行うことを特徴とする力の作用体を有するセンサの試験方法。

(2) 請求項1に記載の試験方法において、第1の部位に第1の電極層を形成し、第2の部位に第2の電極層を形成し、前記第1の電極層および前記第2の電極層に、それぞれ同じ極性の電圧を印加することにより両者間に斥力を作用させながら行う試験と、それぞれ異なる極性の電圧を印加することにより両者間に引力を作用させながら行う試験と、を行うようにしたことを特徴とする力の作用体を有するセンサの試験方法。

(3) 力の作用を受ける作用部、センサ本体に固定される固定部、およびこれらの間に形成され可撓性をもった可撓部、を有する起重体と、作用した力を前記作用部に伝達させるための作用体と、

伝達された力によって前記起重体に生じる機械的変形を、電気信号に変換することにより、前記作用体に作用した力を電気信号として検出する検

出手段と、

を備えるセンサを試験する方法において、

互いに対向した位置にあり、力の作用により両者間に変位を生じる第1の面および第2の面を定め、前記第1の面上に電気的に単一の電極層を形成し、前記第2の面上の複数箇所にそれぞれ電気的に独立した複数の電極層を形成し、

前記第1の面上の電極層には第1の極性の電圧を印加し、前記第2の面上の各電極層には前記第1の極性の電圧またはこれとは逆の第2の極性の電圧を各電極層ごとに選択的に印加し、前記第1の面上の電極層と前記第2の面上の電極層との間に斥力または引力からなるクーロン力を作用させ、この作用させたクーロン力と前記検出手段による検出結果とに基づいて、センサの試験を行うことを特徴とする力の作用体を有するセンサの試験方法。

(4) 力の作用を受ける作用部、センサ本体に固定される固定部、およびこれらの間に形成され可撓性をもった可撓部、を有する起歪体と、

固定される固定部、およびこれらの間に形成され可撓性をもった可撓部、を有する起歪体と、

センサ本体が置かれた磁界によって力の作用を受け、この作用した力を前記作用部に伝達して前記起歪体に機械的変形を生じさせるための磁性体と、

前記起歪体に生じる機械的変形によって抵抗値が変化する性質をもった抵抗素子と、

磁力の作用により変位を生じる第1の面に形成された第1の電極層と、

前記第1の面に対向した第2の面に形成された第2の電極層と、

前記抵抗素子、前記第1の電極層、および前記第2の電極層を、外部の電気回路と接続させるための配線手段と、

を備え、前記第1の電極層および前記第2の電極層に所定の電圧を印加して両電極層間にクーロン力を作用させることにより、磁力が作用していない状態であっても前記起歪体に機械的変形を生じさせることができるように構成したことを特徴

センサ本体に加わる加速度によって力の作用を受け、この作用した力を前記作用部に伝達して前記起歪体に機械的変形を生じさせるための重錘体と、

前記起歪体に生じる機械的変形によって抵抗値が変化する性質を持った抵抗素子と、

加速度の作用により変位を生じる第1の面に形成された第1の電極層と、

前記第1の面に対向した第2の面に形成された第2の電極層と、

前記抵抗素子、前記第1の電極層、および前記第2の電極層を、外部の電気回路と接続させるための配線手段と、

を備え、前記第1の電極層および前記第2の電極層に所定の電圧を印加して両電極層間にクーロン力を作用させることにより、加速度が作用していない状態であっても前記起歪体に機械的変形を生じさせることができるように構成したことを特徴とする加速度センサ。

(5) 力の作用を受ける作用部、センサ本体に

とする磁気センサ。

(6) 請求項4または5に記載のセンサにおいて、第1の電極層と第2の電極層のうち、一方の電極層を電気的に単一の電極層で構成し、他方の電極層を電気的に独立した複数の副電極層で構成し、各副電極層に印加する電圧の極性を選択することにより、起歪体に生じる機械的変形に方向性をもたせうようにしたことを特徴とするセンサ。

(7) 請求項6に記載のセンサにおいて、他方の電極層を電気的に独立した2枚の副電極層で構成し、各副電極層に印加する電圧の極性を選択することにより、前記2枚の副電極層の中心を結ぶ線方向に関する機械的変形と、前記2枚の副電極層の層面に対して垂直な方向に関する機械的変形と、を起歪体に生じさせるようにしたことを特徴とするセンサ。

(8) 請求項6に記載のセンサにおいて、他方の電極層を電気的に独立した4枚の副電極層で構成し、これらの副電極層を直交する2線分の各端点位置に配置し、各副電極層に印加する電圧の極

性を選択することにより、前記2線分のうちの第1の線分方向に関する機械的変形と、第2の線分方向に関する機械的変形と、前記4枚の副電極層の層面に対して垂直な方向に関する機械的変形と、を起歪体に生じさせるようにしたことを特徴とするセンサ。

### 3. 発明の詳細な説明

#### 〔産業上の利用分野〕

本発明は、力の作用体を有するセンサの試験方法およびこの方法を実施しうるセンサに関し、特に加速度センサ、磁気センサ、あるいは力センサについて、実際に加速度、磁力、あるいは力を作用させることなしに行うことのできる製品試験に関する。

#### 〔従来の技術〕

近年、機械的変形によって電気抵抗が変化するというピエゾ抵抗効果の性質を備えた抵抗素子を、半導体基板上に配列し、この抵抗素子の抵抗値の変化から力を検出する力センサが提案されている。

出子に所定の大きさの力を所定の方向に作用させ、このときの検出出力をチェックすればよい。ところが、加速度センサや磁気センサについての試験はより複雑になる。センサ本体は密封された状態となっているため、実際に外部から加速度あるいは磁気を作用させながら、検出出力をチェックする必要がある。特に、加速度センサでは、振動発生装置を用いてセンサ本体に振動を与えて試験を行っているのが現状であり、試験装置が大掛かりになる上、振動という動的な加速度についての試験しか行うことができないという問題もある。

そこで本発明は、加速度センサや磁気センサのような力の作用体を有するセンサについて、より簡単に試験を行うことができる試験方法を提供するとともに、この試験方法を直ちに実施しうる機能をもったセンサを提供することを目的とする。

#### 〔課題を解決するための手段〕

##### (1) 本願第1の発明は、

力の作用を受ける作用部、センサ本体に固定される固定部、およびこれらの間に形成され可撓性

更に、この力センサを応用した加速度センサあるいは磁気センサも提案されている。いずれの装置においても、部分的に可撓性をもった起歪体が用いられ、この起歪体に生じる機械的変形を抵抗素子の電気抵抗の変化として検出している。起歪体に力を作用させるために作用体が設けられる。この作用体として、加速度に反応する重錘体を用いれば加速度センサとなり、磁気反応する磁性体を用いれば磁気センサとなる。たとえば、特許協力条約に基づく国際出願の国際公開第W088/08522号公報には、本願発明者と同一人の発明による抵抗素子を用いた力・加速度・磁気のセンサが開示されている。また、この種のセンサの新規な製造方法は、特願平1-135539号明細書に開示されている。

#### 〔発明が解決しようとする課題〕

このような力の作用体を有するセンサを大量生産して市場に出すためには、製造工程の最後に試験を行う必要がある。力センサについての試験は比較的容易に行うことができる。すなわち、力検

をもった可撓部を有する起歪体と、

作用した力を作用部に伝達させるための作用体と、

伝達された力によって起歪体に生じる機械的変形を、電気信号に変換することにより、作用体に作用した力を電気信号として検出する検出手段と、を備えるセンサを試験する方法において、

互いに対向した位置にあり、力の作用により両者間に変位を生じる第1の部位および第2の部位を定め、両者間にクーロン力を作用させ、この作用させたクーロン力と検出手段による検出結果とに基づいて、センサの試験を行うようにしたものである。

(2) 本願第2の発明は、上述の第1の発明の方法において、

第1の部位に第1の電極層を形成し、第2の部位に第2の電極層を形成し、第1の電極層および第2の電極層に、それぞれ同じ極性の電圧を印加することにより両者間に斥力を作用させながら行う試験と、それぞれ異なる極性の電圧を印加する

ことにより両者間に引力を作用させながら行う試験と、を行うようにしたものである。

(3) 本願第3の発明は、

力の作用を受ける作用部、センサ本体に固定される固定部、およびこれらの間に形成され可撓性を持った可撓部、を有する起歪体と、

作用した力を作用部に伝達させるための作用体と、

伝達された力によって起歪体に生じる機械的変形を、電気信号に変換することにより、作用体に作用した力を電気信号として検出する検出手段と、

を備えるセンサを試験する方法において、

互いに対向した位置にあり、力の作用により両者間に変位を生じる第1の面および第2の面を定め、第1の面上に電気的に単一の電極層を形成し、第2の面上の複数箇所にそれぞれ電気的に独立した複数の電極層を形成し、

第1の面上の電極層には第1の極性の電圧を印加し、第2の面上の各電極層には第1の極性の電圧またはこれとは逆の第2の極性の電圧を各電極

を、外部の電気回路と接続させるための配線手段と、

を設け、第1の電極層および第2の電極層に所定の電圧を印加して両電極層間にクーロン力を作用させることにより、加速度が作用していない状態であっても起歪体に機械的変形を生じさせることができるように構成したものである。

(5) 本願第5の発明は、磁気センサにおいて、

力の作用を受ける作用部、センサ本体に固定される固定部、およびこれらの間に形成され可撓性をもった可撓部、を有する起歪体と、

センサ本体が置かれた磁界によって力の作用を受け、この作用した力を作用部に伝達して起歪体に機械的変形を生じさせるための磁性体と、

起歪体に生じる機械的変形によって抵抗値が変化する性質をもった抵抗素子と、

磁力の作用により変位を生じる第1の面に形成された第1の電極層と、

第1の面に対向した第2の面に形成された第2の電極層と、

層ごとに選択的に印加し、第1の面上の電極層と第2の面上の電極層との間に斥力または引力からなるクーロン力を作用させ、この作用させたクーロン力と検出手段による検出結果とに基づいて、センサの試験を行うようにしたものである。

(4) 本願第4の発明は、加速度センサにおいて、

力の作用を受ける作用部、センサ本体に固定される固定部、およびこれらの間に形成され可撓性をもった可撓部、を有する起歪体と、

センサ本体に加わる加速度によって力の作用を受け、この作用した力を作用部に伝達して起歪体に機械的変形を生じさせるための重錘体と、

起歪体に生じる機械的変形によって抵抗値が変化する性質をもった抵抗素子と、

加速度の作用により変位を生じる第1の面に形成された第1の電極層と、

第1の面に対向した第2の面に形成された第2の電極層と、

抵抗素子、第1の電極層、および第2の電極層

抵抗素子、第1の電極層、および第2の電極層を、外部の電気回路と接続させるための配線手段と、

を設け、第1の電極層および第2の電極層に所定の電圧を印加して両電極層間にクーロン力を作用させることにより、磁力が作用していない状態であっても起歪体に機械的変形を生じさせることができるように構成したものである。

(6) 本願第6の発明は、上述の第4または第5の発明のセンサにおいて、第1の電極層と第2の電極層のうち、一方の電極層を電気的に単一の電極層で構成し、他方の電極層を電気的に独立した複数の副電極層で構成し、各副電極層に印加する電圧の極性を選択することにより、起歪体に生じる機械的変形に方向性をもたせうようにしたものである。

(7) 本願第7の発明は、上述の第6の発明のセンサにおいて、他方の電極層を電気的に独立した2枚の副電極層で構成し、各副電極層に印加する電圧の極性を選択することにより、2枚の副電

極層の中心を結ぶ線方向に関する機械的変形と、2枚の副電極層の層面に対して垂直な方向に関する機械的変形と、を起歪体に生じさせるようにしたものである。

(8) 本願第8の発明は、上述の第6の発明のセンサにおいて、他方の電極層を電氣的に独立した4枚の副電極層で構成し、これらの副電極層を直交する2線分の各端点位置に配置し、各副電極層に印加する電圧の極性を選択することにより、2線分のうち第1の線分方向に関する機械的変形と、第2の線分方向に関する機械的変形と、を起歪体に生じさせるようにしたものである。

〔作用〕

(1) 本願第1の発明によれば、第1の部位と第2の部位との間にクーロン力が働く。このクーロン力により、第1の部位が第2の部位に対して変位を生じることになり、起歪体に機械的変形を誘起させる。したがって、作用体に外力を作用さ

せる。

(5) 本願第5の発明によれば、磁気センサ内には、上述の第2の発明に係る試験を実施するための2つの電極層が形成され、これに対する配線がなされる。したがって、この磁気センサに所定の電気回路を接続するだけで試験を行うことができる。

(6) 本願第6の発明によれば、上述の第4または第5の発明のセンサにおいて、一方の電極層を単一の電極層で構成し、他方の電極層を複数の副電極層で構成するようにしたため、印加する電極の極性を選択することにより、種々の方向にクーロン力を作用させた試験を行うことができるようになる。

(7) 本願第7の発明によれば、上述の第6の発明のセンサにおいて、副電極層を2枚設けるようにしたため、互いに垂直な2とおりの方向に関してクーロン力を作用させた試験を行うことができるようになる。

(8) 本願第8の発明によれば、上述の第6の

せたのと同じ状態を創り出すことができ、実際に外力を作用させることなしにセンサの試験を行うことができるようになる。

(2) 本願第2の発明によれば、前述の第1の発明において、対向する2つの電極層間に電圧を印加することにより、クーロン力を作用させることができる。しかも、印加する電圧の極性を選択することにより、クーロン力を斥力としても引力としても作用させることができるようになり、より自由度をもった試験が可能になる。

(3) 本願第3の発明によれば、一方の電極層を単一の電極層とし、他方の電極層を複数の副電極層としたため、印加する電圧の極性を選択することにより、種々の方向にクーロン力を作用させた試験を行うことができるようになる。

(4) 本願第4の発明によれば、加速度センサ内に、上述の第2の発明に係る試験を実施するための2つの電極層が形成され、これに対する配線がなされる。したがって、この加速度センサに所定の電気回路を接続するだけで試験を行うことが

発明のセンサにおいて、副電極層を十字状に4枚設けるようにしたため、互いに垂直な3とおりの方向に関してクーロン力を作用させた試験を行うことができるようになる。

〔実施例〕

以下本発明を図示する実施例に基づいて詳述する。

#### センサの構造

はじめに、本発明の対象となる力の作用体を有するセンサの構造を簡単に説明する。第1図は加速度センサの一例を示す構造断面図である。このセンサの中核ユニットとなるのは、半導体ベレット10である。この半導体ベレット10の上面図を第2図に示す。第1図の中央部分に示されている半導体ベレット10の断面は、第2図をX軸に沿って切断した断面に相当する。この半導体ベレット10は、内側から外側に向かって順に、作用部11、可撓部12、固定部13の3つの領域に分けられる。第2図に破線で示されているように、可撓部12の下面には、環状に溝が形成されてい

る。この溝によって、可撓部12は肉厚が薄くなり、可撓性をもつことになる。したがって、固定部13を固定したまま作用部11に力を作用させると、可撓部12が撓んで機械的変形を生じる。こうして半導体ペレット10は起歪体としての機能をもつ。可撓部12の上面には、第2図に示すように、抵抗素子 $R_{x1} \sim R_{x4}$ 、 $R_{y1} \sim R_{y4}$ 、 $R_{z1} \sim R_{z4}$ が所定の向きに形成されている。

第1図に示すように、作用部11の下方には重錘体20が接合されており、固定部13の下方には台座21、22が接続されている。また、第1図には示されていないが、紙面垂直方向に、更に台座23、24が配置されており、斜め方向には台座21a～24aが配置されている。この様子は、重錘体20と台座21～24、21a～24aのみの上面を示す第3図に明瞭に示されている。第1図に示されている断面は、第3図を切断線A-Aに沿って切断した断面に相当する。なお、台座が第3図に示すような状態で配されているのは、特願平1-135539号明細書に開示され

れたボンディングパッド14は、各抵抗素子に対してペレット内で電気的に接続されており、このボンディングパッド14とパッケージ側方に設けられたリード52とは、ボンディングワイヤ15によって接続されている。

このセンサに加速度が加わると、重錘体20に外力が作用することになる。この外力は作用部11に伝達され、可撓部12に機械的変形が生じる。これによって、抵抗素子の電気抵抗に変化が生じ、この変化はボンディングワイヤ15およびリード52を介して外部に取り出すことができる。作用部11に加わった力のX方向成分は抵抗素子 $R_{x1} \sim R_{x4}$ の電気抵抗の変化により、Y方向成分は抵抗素子 $R_{y1} \sim R_{y4}$ の電気抵抗の変化により、Z方向成分は抵抗素子 $R_{z1} \sim R_{z4}$ の電気抵抗の変化により、それぞれ検出される。この検出方法については本発明の本旨ではないため、ここでは説明を省略する。詳細は特許協力条約に基づく国際出願の国際公開第W088/08522号公報などを参照されたい。

ている製造工程を実施したためであり、詳細は同明細書を参照されたい。台座21～24の下方には、制御部材30が接続されている。この制御部材30の上面を第4図に示す。制御部材30の上面には、矩形の溝31（第4図でハッチングを施す部分）が形成されている。第1図に示されている断面は、第4図を切断線B-Bに沿って切断した断面に相当する。また、半導体ペレット10の上面には、制御部材40が被さっている。この制御部材40の下面を第5図に示す。制御部材40の下面には、矩形の溝41（第5図でハッチングを施す部分）が形成されている。第1図に示されている断面は、第5図を切断線C-Cに沿って切断した断面に相当する。

制御部材30の底面はパッケージ50の内側底面に接合されており、半導体ペレット10および重錘体20は台座21～24および21a～24aによって支持される。重錘体20は内部で吊り下げの状態となっている。パッケージ50には、蓋51が被せられる。半導体ペレット10に設けら

加速度センサとして実用した場合、大きな加速度がかかると、重錘体20に過度な外力が作用することになる。その結果、可撓部12に大きな機械的変形が生じ、半導体ペレット10が破損する可能性がある。このような破損を防ぐため、第1図に示すセンサでは、制御部材30および40が設けられている。制御部材30は、重錘体20の下方の変位が許容値を越えないように制御するものであり、制御部材40は、重錘体20（実際には作用部11）の上方の変位が許容値を越えないように制御するものである。また、台座21～24は、重錘体の横方向の変位が許容値を越えないように制御する役割を果たす。重錘体20に過度の外力が作用して、上述の許容値を越えて動こうとしても、重錘体20はこれらの部材に衝突してその移動が阻まれることになる。結局、半導体ペレット10には、許容値以上の機械的変形が加えられることはなく、破損から保護される。

#### 本発明に係る試験方法の原理

上述のような加速度センサを大量生産するため

の方法は、特願平1-135539号明細書に開示されているが、これを製品として出荷する前に、加速度センサとしての機能に支障がないか試験を行う必要がある。この試験方法として、振動発生装置によってこの加速度センサに振動を与え、そのときのセンサからの出力を検査することによって試験を行うことは可能であるが、前述のように、試験装置が大掛かりとなり、動的特性しか得ることができない。特に、このセンサは3次元座標系におけるXYZのすべての方向についての加速度を検出することができるため、3次元の方向を考慮して振動を与える必要があり、試験装置はかなり複雑なものになってしまう。

本発明による試験方法では、実際に加速度を与えることなく、このセンサを加速度が作用したのと同じ環境におくことができるのである。その基本原理は次のとおりである。まず、センサ内部の所定箇所に、いくつかの電極層を形成する。この電極層は導電性の材質からなる層であればどのようなものでもかまわない。実際には、所定箇所

は電極層を示し、断面を示すハッチングは図が複雑になるため省略する。第8図によって、各電極層E1～E8の相対的な位置関係が理解できよう。なお、第8図における波線は、各電極層に対する配線を示す。このような配線は、更にボンディングワイヤによって、パッケージ外部のリード52（第1図参照）に接続することができる。また、重錘体20の表面に形成された電極層E3に対しては、ボンディングワイヤ25によって配線がなされている。

このように形成された各電極層E1～E8の特徴は、それぞれ対となる電極層ごとに対向した位置に形成されている点である。すなわち、第8図に示すように、E2:E8、E3:E4、E3:E5、E3:E6、E3:E7、E3:E1、がそれぞれ対向した位置に形成されている（電極層E3は、5面がそれぞれ別な電極層に対向している）。このように対向した電極層に、それぞれ電圧を印加すると両者間にクーロン力が作用する。すなわち、両者間に同じ極性の電圧を印加すれば

にアルミニウムのような金属を蒸着あるいはスパッタリングによって薄く形成するようにすればよい。なお、アルミニウムの上面は、表面保護のために、 $\text{SiO}_2$ 膜あるいは $\text{SiN}$ 膜で覆うのが好ましい。電極層は次のような各部に形成する。まず第4図に示すように、制御部材30に設けられた溝31内に電極層E1を、そして第5図に示すように、制御部材40に設けられた溝41内に電極層E2を、それぞれ形成する。更に、第6図に示すように、重錘体20の全側面および底面に電極層E3（5面に渡って形成されるが、電気的には導通している1枚の電極層である）を形成し、台座21～24の各内側面に電極層E4～E7を形成する。また、半導体ペレット10の上面には、第7図に示すように、抵抗素子Rを避けるように電極層E8を形成する。こうして、第4図～第7図において、ハッチングを施す各領域にそれぞれ電極層を形成する。すると、パッケージ内のセンサ中核部の断面図は第8図のようになる（なお、以下の各図においては、ハッチングを施した部分

斥力が作用し、異なる極性の電圧を印加すれば引力が作用する。そこで、E3:E4間に斥力、E3:E5間に引力、が作用するように電圧を印加したとすると、重錘体20に+X方向の力が作用したのと同じ現象が起こる。別言すれば、センサ本体に-X方向の加速度が作用しているのと同じ環境下にこのセンサを置くことができる（センサ本体に加速度が作用すると、重錘体にはこれと逆方向の慣性力が作用する）。この環境下において、抵抗素子の抵抗値の変化を示す出力が-X方向の加速度を検出したことを示しているか否かを調べれば、-X方向の加速度に関する試験を行うことができる。引力と斥力とを逆に作用させれば、+X方向の加速度に関する試験を行うこともできる。全く同様にして、E3:E6間に引力、E3:E7間に斥力が作用するように電圧を印加すれば、-Y方向（第8図の紙面に垂直上方向）の加速度に関する試験を行うことができ、引力と斥力を逆に作用させれば、+Y方向（第8図の紙面に垂直下方向）の加速度に関する試験を行うことができ

る。更に、E 2 : E 8 間に引力、E 3 : E 1 間に斥力が作用するように電圧を印加すれば、- Z 方向の加速度に関する試験を行うことができ、引力と斥力を逆に作用させれば、+ Z 方向の加速度に関する試験を行うことができる。前述のように各電極層も、加速度検出用の各抵抗素子も、いずれもボンディングワイヤによってパッケージ外部のリード52 (第1図参照) に電気的に接続されているので、上述の試験は、単に所定のリード端子に所定の電圧を印加しながら、所定のリード端子から出力される加速度検出信号をモニターするだけの操作ですむ。このように、本発明による試験方法によれば、非常に簡単に、3次元のすべての方向に関する加速度検出試験を行うことが可能になる。

#### より実用的な実施例

第8図に示す実施例では、電極層をかなり多くの箇所に形成する必要があるため、あまり実用的ではない。できれば、必要最小限の箇所に設けた電極層によって、3次元のすべての方向に関する

れば同様に行うことができる。次に、点P 1 : Q 1 間に斥力を作用させ、点P 2 : Q 2 間にも斥力を作用させると、第11図に示すように、重錘体20に-Z方向の力 $-F_z$ が作用したのと同じ状態になる。別言すれば、センサ本体に+Z方向の加速度が作用したのと同じ状態になる。また、両者ともに引力を作用させれば、-Z方向の加速度が作用したのと同じ状態になる。これで、半導体ベレット10の上面の所定箇所と、制御部材40の下面の所定箇所と、に電極層を形成しておけば、±Z方向の加速度検出試験も可能なことがわかる。

以上のとおり、結局は、半導体ベレット10の上面の所定箇所と、制御部材40の下面の所定箇所と、に電極層を形成しておけば、3次元のすべての方向に関する加速度検出試験を行うことが可能である。更に具体的な電極層配置の例を以下に説明してみる。まず、半導体ベレット10の上面には、第12図にハッチングを施して示すように、4つの電極層E 9 ~ E 12を形成する。各電極層は、抵抗素子Rの形成領域を避けるようにして形

成されておられ、それぞれ配線層W 9 ~ W 12によってボンディングパッドB 9 ~ B 12に接続されている。ボンディングパッドB 9 ~ B 12には、ボンディングワイヤ (図示されていない) が接続され、最終的にはパッケージ外部のリードに対する電気的接続がなされる。なお、第12図には図示されていないが、各抵抗素子Rも各ボンディングパッド14に対して接続されており、パッケージ外部のリードに対して電気的に接続されている。半導体ベレット10には、この抵抗素子Rに対する配線を行うために、アルミニウムなどによる配線層が形成されているが、電極層E 9 ~ E 12や配線層W 9 ~ W 12を形成するには、このアルミニウムなどによる配線層と同じマスクを用いるようにするのが好ましい。こうすれば、従来のマスクパターンを変更するだけの作業を追加するだけで、試験用の付加的な電極層E 9 ~ E 12や配線層W 9 ~ W 12を形成することができる。もちろん配線層W 9 ~ W 12は、ゲージ抵抗等を形成するための拡散工程を利用して拡散層として形成し



てもよい。半導体ベレット10の製造プロセスは従来と全く同じプロセスですむ。一方、制御部材40の下面には、第5図に示す電極層E2を形成しておけばよい。これは、アルミニウムなどを蒸着あるいはスパッタリングによって表面に付着させればよい。以上のような電極層を形成したときの断面図を第13図に示す。電極層E2については、図の波線で示すような配線がなされ、更に外部のリードへと接続される。このように、一方の電極層として単一の電極層E2を形成し、これに対向する他方の電極層として4枚の副電極層E9～E12を形成したことになる。

このような加速度センサについて試験を行うには、電極層E2に+Vなる電圧を印加しておき、次のようにすれば、3次元のすべての方向についての加速度検出試験が可能である。

- (1) E10に+V、E12に-Vを印加すれば、重錘体20に力+Fxを作用させることができ、-X方向の加速度検出試験を行うことができる。
- (2) E10に-V、E12に+Vを印加すれば、

重錘体20に力-Fxを作用させることができ、+X方向の加速度検出試験を行うことができる。

- (3) E11に+V、E9に-Vを印加すれば、重錘体20に力+Fyを作用させることができ、-Y方向の加速度検出試験を行うことができる。

- (4) E11に-V、E9に+Vを印加すれば、重錘体20に力-Fyを作用させることができ、+Y方向の加速度検出試験を行うことができる。

- (5) E9～E12のすべてに-Vを印加すれば、重錘体20に力+Fzを作用させることができ、-Z方向の加速度検出試験を行うことができる。

- (6) E9～E12のすべてに+Vを印加すれば、重錘体20に力-Fzを作用させることができ、+Z方向の加速度検出試験を行うことができる。

以上、X、Y、Z軸上の加速度検出試験について述べたが、X、Y、Z軸上にない方向の加速度についても、電極層E9～E12に所定の電圧を印加することにより検出試験を行うことができる。

なお、印加する電圧+Vおよび-Vは、抵抗素子Rの抵抗値の変化が十分検出できるような電圧

値にする。この値は環状のダイヤフラムを形成している可撓部12の厚さや径に依存する。

#### 他の実施例

上述の実施例は、本発明の一態様であり、この他にも種々の実施例が考えられる。以下にそのいくつかを説明する。第14図に断面を示す実施例は、上述の実施例の電極層E2の代わりに、電極層E13を形成したものである。電極層E13は制御部材40の上面に形成されているため、外部への配線が容易になる。ただし、電極間に作用するクーロン力は前述の実施例よりもやや弱くなる。

第15図に示す実施例は、上述の実施例の電極層E9～E12の代わりに、電極層E14～E17を形成し、これに対する配線層W14～W17およびボンディングパッドB14～B17を形成したものである。このような配置は、抵抗素子Rに対する配線の妨げになることが少ないという利点はあるが、半導体ベレット10のもっとも可撓性をもった位置よりも内側に電極層が配置されており、また電極の面積が小さくなるため、力の作

用効率は低下する。

第16図および第17図に示す実施例は、いまままで述べてきた実施例の電極層の上下の関係を逆にしたものである。すなわち、制御部材40の下面の溝41内に、4つの電極層E18～E21およびその配線層W18～W21が形成されている。これに対向する電極は、たとえば第7図に示すような半導体ベレット10上に形成された単一の電極E8でよい。

この他にも種々の実施例が考えられる。要するに本発明は、力の作用により変位を生じる第1の部位と、この第1の部位に対向した位置にある第2の部位と、の間にクーロン力を作用させるようにできれば、どのような構成をとってもかまわない。

また、上述の実施例は、いずれも加速度センサについてのものであるが、重錘体の代わりに磁性体を用いた磁気センサについても、あるいは力センサについても、全く同様に本発明を適用することが可能である。更に、3次元のセンサだけでな

く、2次元あるいは1次元のセンサについても適用可能である。たとえば、XおよびZ軸方向の加速度や磁気を検出する2次元のセンサやX軸方向の加速度や磁気を検出する1次元のセンサでは、第12図に示す4つの電極E9～E12のうち、E10、E12の2つの電極を設けるだけですむ。  
〔発明の効果〕

(1) 本願第1の発明によれば、第1の部位とこれに対向した第2の部位との間にクーロン力を作用させて起歪体に機械的変形を誘起させ、作用体に外力を作用させたのと同じ状態を創り出すようにしたため、実際に外力を作用させることなしにセンサの試験を行うことができるようになる。

(2) 本願第2の発明によれば、前述の第1の発明において、対向する2つの電極層間に所定の極性の電圧を印加することによりクーロン力を作用させるようにしたため、より自由度をもった試験が可能になる。

(3) 本願第3の発明によれば、一方の電極層を単一の電極層とし、他方の電極層を複数の副電

極層としたため、印加する電圧の極性を選択することにより、種々の方向にクーロン力を作用させた試験を行うことができるようになる。

(4) 本願第4の発明によれば、加速度センサ内に、上述の第2の発明に係る試験を実施するための電極層を形成し、これに対する配線を施すようにしたため、この加速度センサに所定の電気回路を接続するだけで試験を行うことができる。

(5) 本願第5の発明によれば、磁気センサ内に、上述の第2の発明に係る試験を実施するための電極層を形成し、これに対する配線を施すようにしたため、この磁気センサに所定の電気回路を接続するだけで試験を行うことができる。

(6) 本願第6の発明によれば、上述の第4または第5の発明のセンサにおいて、一方の電極層を単一の電極層で構成し、他方の電極層を複数の副電極層で構成するようにしたため、印加する電極の極性を選択することにより、種々の方向にクーロン力を作用させた試験を行うことができるようになる。

(7) 本願第7の発明によれば、上述の第6の発明のセンサにおいて、副電極層を2枚設けるようにしたため、互いに垂直な2とおりの方向に関してクーロン力を作用させた試験を行うことができるようになる。

(8) 本願第8の発明によれば、上述の第6の発明のセンサにおいて副電極層を十字状に4枚設けるようにしたため、互いに垂直な3とおりの方向に関してクーロン力を作用させた試験を行うことができるようになる。

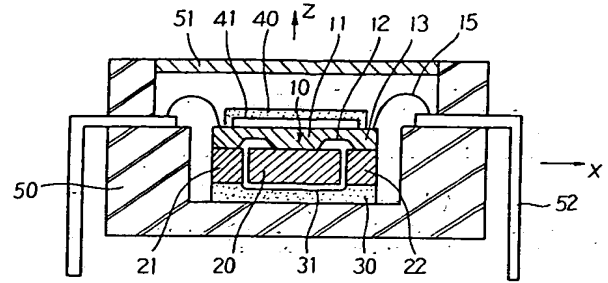
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明に係る試験方法の対象となる加速度センサの断面図、第2図は第1図のセンサの中核となる半導体ベレットの上面図、第3図は第1図のセンサの重錘体および台座の上面図、第4図は第1図のセンサの下部制御部材の上面図、第5図は第1図のセンサの上部制御部材の下面図、第6図は第1図のセンサの重錘体および台座に電極層を形成した状態を示す斜視図、第7図は第1

図のセンサの半導体ベレットに電極層を形成した状態を示す上面図、第8図は第1図のセンサの中核部の各部に電極層を形成した状態を示す断面図、第9図～第11図は第1図のセンサの中核部の変位状態を示す断面図、第12図は第1図のセンサの半導体ベレットに実用的な電極層を形成した状態を示す上面図、第13図は第1図のセンサの中核部の所定箇所に実用的な電極層を形成した状態を示す断面図、第14図は第1図のセンサの中核部の所定箇所に別な実施例に係る電極層を形成した状態を示す断面図、第15図は第1図のセンサの半導体ベレットに更に別な実施例に係る電極層を形成した状態を示す上面図、第16図は第1図のセンサの上部制御部材にまた別な実施例に係る電極層を形成した状態を示す下面図、第17図は第1図のセンサの中核部の所定箇所にまた別な実施例に係る電極層を形成した状態を示す断面図である。

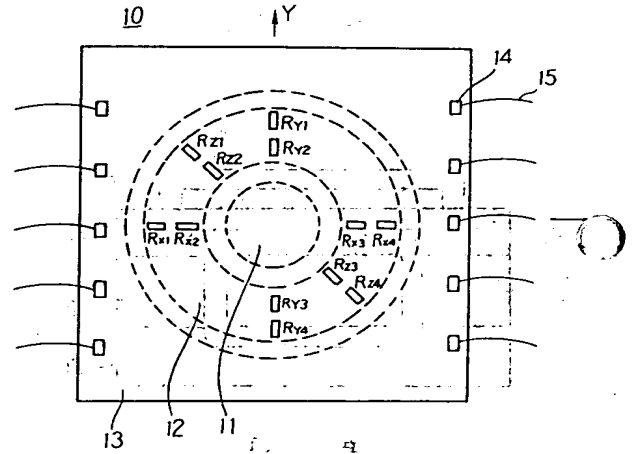
10…半導体ベレット、11…作用部、12…可撓部、13…固定部、14…ボンディングパッ

ド、15…ボンディングワイヤ、20…重錘体、  
21～24…台座、25…ボンディングワイヤ、  
30…制御部材、31…溝、40…制御部材、4  
1…溝、50…パッケージ、51…蓋、52…リ  
ード、R…抵抗素子、E1～E21…電極層、W  
9～W21…配線層、B9～B21…ボンディ  
ングパッド。

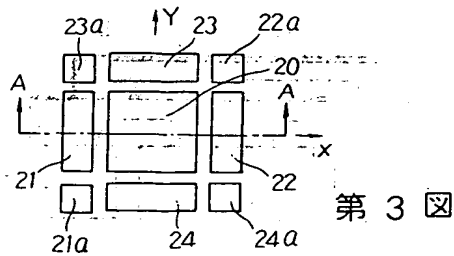


第 1 図

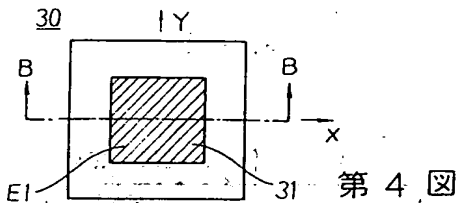
出願人代理人 志 村 浩



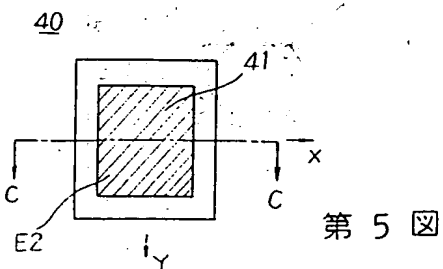
第 2 図



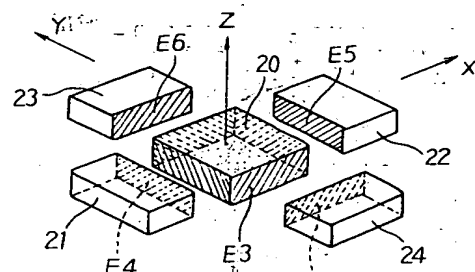
第 3 図



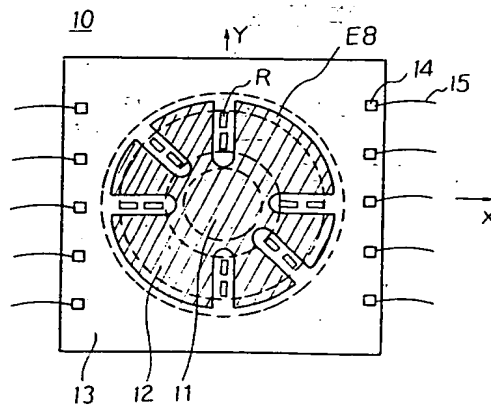
第 4 図



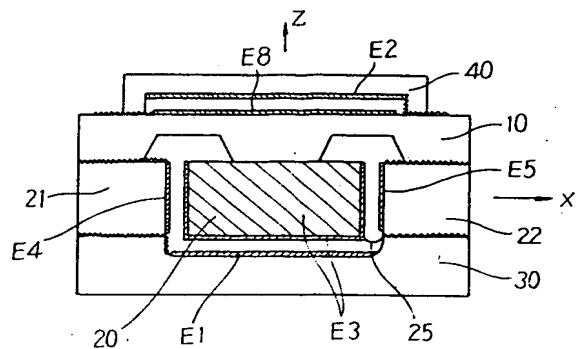
第 5 図



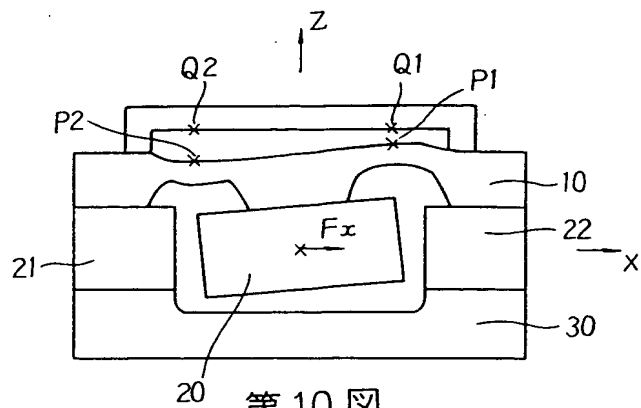
第 6 図



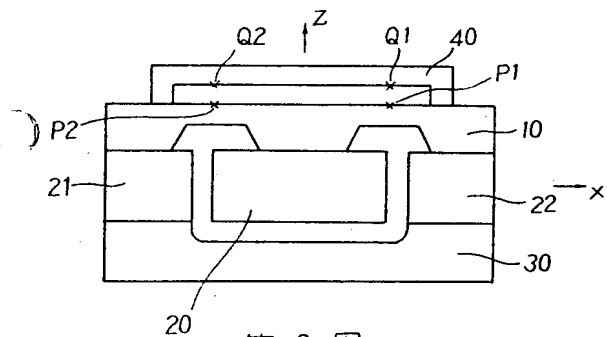
第 7 図



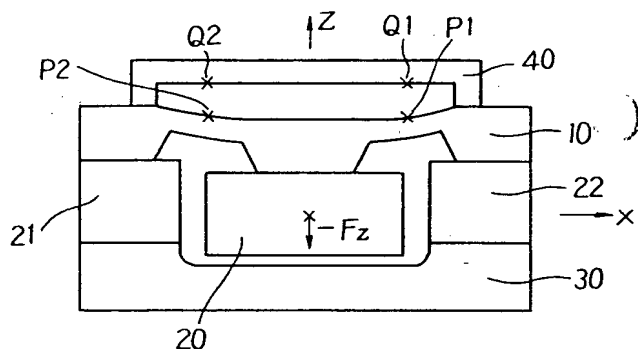
第 8 図



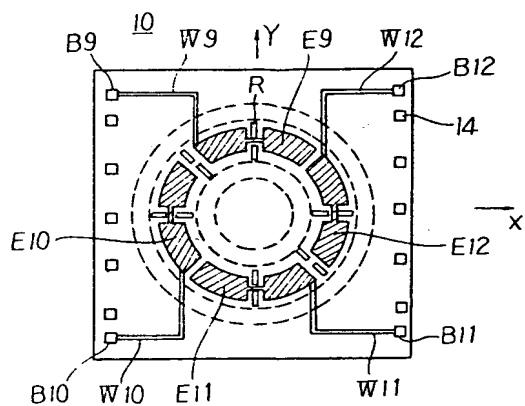
第 10 図



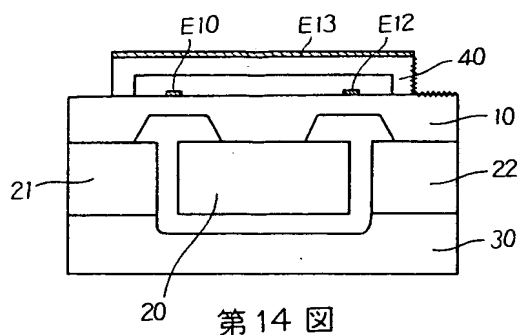
第 9 図



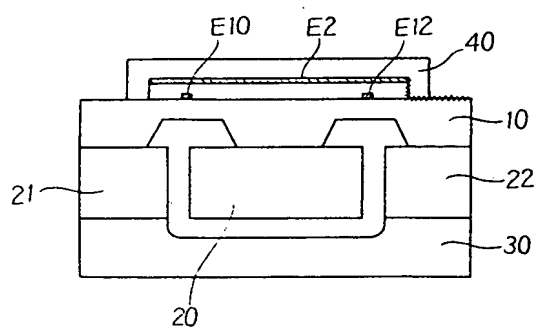
第 11 図



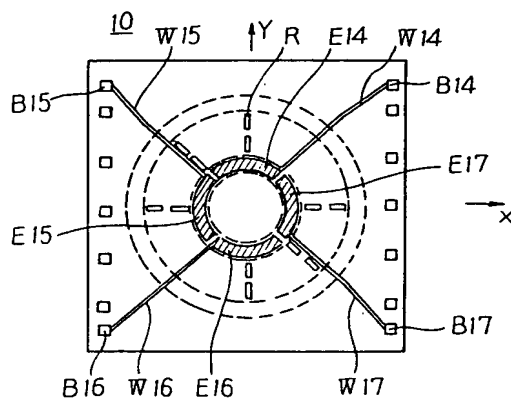
第 12 図



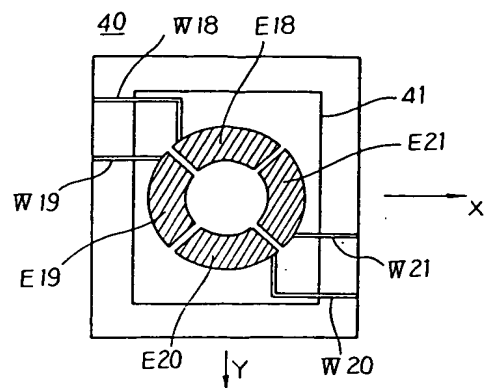
第 14 図



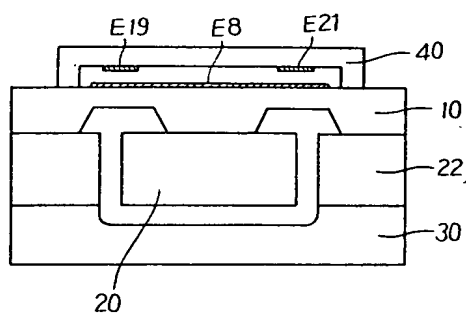
第 13 図



第 15 図



第16図



第17図

**THIS PAGE BLANK (08/70)**